I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1.1		X				X				
1.2				X		X		X		
2.1	X	X								
2.2		X						X		
2.3		X								
2.4	X	X					X			
2.5		X								
3.1	X						X	X		
3.2		X								
3.3		X							X	

Inhaltlicher Bezug
Q2: Schwingungen und Wellen
verbindliche Themenfelder: Schwingungen (Q2.1), Wellen (Q2.2)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren. Bei den Ergebnissen numerischer Rechnungen ist zu berücksichtigen, dass in der Physik Messwerte und sich daraus ergebende Rechenergebnisse immer nur im Rahmen der Messgenauigkeit korrekt sind und gerundete Werte darstellen. Geringe Abweichungen von den in den Lösungshinweisen angegebenen Werten sind daher zu akzeptieren.
Bei den unten angegebenen Lösungen werden für Naturkonstanten die im Taschenrechner vorhandenen Werte verwendet. Zwischen- und Endergebnisse sind sinnvoll gerundet angegeben.
Für weitere Rechnungen mit diesen Zwischenergebnissen werden nicht die gerundeten, sondern die im Taschenrechner gespeicherten Werte verwendet, damit Rundungsungenauigkeiten nicht kumulieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1.1	Berechnen: t_{Ges} = 4 min (Zeitvorgabe Fahrt) + 2 min (Gondel in der Station) = 6 Minuten In einer Stunde sind somit 10 Fahrten (beide Richtungen) und somit 5 Fahrten pro Richtung möglich.	2

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	Ermitteln: Damit 1000 Personen pro Stunde pro Richtung mit 5 Fahrten transportiert werden können, müssen mindestens 200 Personen in eine Gondel passen.	1
1.2	Zeigen: Die Gewichtskraft der leeren Gondel beträgt $F_{\text{G,Gondel}} = 15000\,\text{kg} \cdot g = 1{,}471 \cdot 10^5\,\text{N}$. Die Gewichtskraft der 200 Personen darf insgesamt also höchstens den Wert $F_{\text{G,200Pers}} = 2{,}85 \cdot 10^5\,\text{N} - 1{,}47 \cdot 10^5\,\text{N} = 1{,}38 \cdot 10^5\,\text{N}$ besitzen. Die mittlere Masse $\overline{m}$ einer Person dürfte dann $\overline{m} = \frac{1{,}38 \cdot 10^5\,\text{N}}{g} : 200 \approx 70\,\text{kg}$ nicht überschreiten. Die mittlere Masse einer erwachsenen Person mit Ausrüstung lässt sich mit $m = 80\,\text{kg}$ abschätzen. Daher ist die Vorgabe C nicht einzuhalten. *Andere sinnvolle Aschätzungen oberhalb einer Masse von 75 kg sind ebenfalls zu akzeptieren.*	5
	Angeben und begründen: − Man könnte eine etwas leichtere Konstruktion der Gondel anstreben und somit unter der vorgegebenen Gewichtsgrenze bleiben. − Die Gondel könnte für weniger Personen zugelassen werden, dafür müsste eine schnellere Fahrt angestrebt werden. − Die Abfertigungsgeschwindigkeit in den Stationen könnte z. B. durch größere Zugänge und optimierte Laufwege erhöht werden, damit man ebenfalls mehr Fahrten pro Stunde durchführen kann. *Es genügt, zwei unabhängige Lösungsvorschläge zu entwickeln. Eine reine Angabe der Lösungsvorschläge ist nicht ausreichend zur Vergabe der vollen BE, eine zielgerichtete Zusammenführung der mit dem Lösungsvorschlag verbundenen Sachverhalte ist notwendig.*	2
2.1	Zeigen und begründen: Im Bogenmaß gilt mit den Bezeichnungen aus Material 3: $\frac{\varphi}{2 \cdot \pi} = \frac{s}{2 \cdot \pi \cdot l} \Leftrightarrow \varphi = \frac{s}{l}$ Für kleine Winkel gilt: $\sin(\varphi) \approx \varphi \Rightarrow \sin(\varphi) \approx \frac{s}{l}$ Die Betrachtung der Kräfte ergibt: $\sin(\varphi) = \frac{F_\text{R}}{F_\text{G}} \approx \frac{s}{l}$. Daraus folgt für kleine Winkel: $F_\text{R} = s \cdot \frac{F_\text{G}}{l}$ F_R ist proportional zur Auslenkung s, somit ist die Bedingung für eine harmonische Schwingung erfüllt. *Eine Annäherung des Kreisbogens durch die horizontale Elongation ist ebenfalls zulässig.*	4

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
2.2	Zeigen: Mit der Grundgleichung der Mechanik gilt: $m \cdot \ddot{s}(t) = m \cdot a = F_R = -s(t) \cdot \frac{F_G}{l} = -s(t) \cdot \frac{m \cdot g}{l}$ $\Leftrightarrow \ddot{s}(t) = -s(t) \cdot \frac{g}{l}$ $\Leftrightarrow \ddot{s}(t) + s(t) \cdot \frac{g}{l} = 0$	3
	Zeigen: Zweimaliges Ableiten des Lösungsansatzes ergibt: $\ddot{s}(t) = -\hat{s} \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$ Einsetzen in die DGL: $-\hat{s} \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t) + \frac{g}{l} \cdot \hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t) = 0$ Diese Gleichung ist für alle Zeiten t erfüllt, wenn die Bedingung $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ erfüllt ist. Es gilt dann: $-\hat{s} \cdot \frac{g}{l} \cdot \cos(\omega \cdot t) + \frac{g}{l} \cdot \hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t) = 0 \Leftrightarrow 0 = 0$	4
2.3	Berechnen: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{6{,}5\,\text{m}}{g}} = 5{,}12\,\text{s}$	2
2.4	Angeben: $s(t) = \hat{s}_0 \cdot e^{-k \cdot t} \cos(\omega \cdot t)$ *Eine Angabe mit der Sinus-Funktion ist ebenfalls zu akzeptieren.*	1
	Bestimmen: Für zwei Schwingungen gilt $t = 2T$ und somit: $\hat{s}(2T) = \hat{s}_0 \cdot e^{-k \cdot 2T} \Leftrightarrow$ $k = -\frac{1}{2T} \cdot \ln\left(\frac{\hat{s}(2T)}{\hat{s}_0}\right) = -\frac{1}{2 \cdot 5{,}12\,\text{s}} \cdot \ln\left(\frac{0{,}1\,\text{m}}{1\,\text{m}}\right) = 0{,}225 \frac{1}{\text{s}}$	3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	Skizzieren: *In der Skizze ist die Einhüllende nicht verlangt. Die Zeit-Achse kann auch in Vielfachen von T skaliert werden.*	3
2.5	Ermitteln: Die zu den Elongationen 1 m und 0,1 m gehörigen Höhen sind 7,68 cm und 0,077 cm. Da die Energie der Schwingung bei maximaler Elongation als potenzielle Energie vorliegt und diese wegen $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ proportional zur Höhe ist, beträgt der Anteil der von den Schwingungsdämpfern aufgenommenen Energie $\frac{7{,}68\,\text{cm} - 0{,}077\,\text{cm}}{7{,}68\,\text{cm}} = 0{,}99 = 99\,\%$	3
3.1	Angeben: Eine stehende Welle kann sich ausbilden, wenn die Seillänge ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge ist.	1

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	Skizzieren: Grundschwingung 1. Oberschwingung 2. Oberschwingung	3
	Erläutern: Läuft auf einem Seil eine Welle entlang, so wird sie am festen Ende reflektiert. Die reflektierte und die einlaufende Welle interferieren miteinander. Aufgrund der Geometrie der Anordnung kann es möglich sein, dass es an bestimmten Stellen immer zu konstruktiver Interferenz der beiden Wellen kommt (z. B. Wellenberg trifft auf Wellenberg). Es wird eine maximale Elongation registriert, somit entsteht ein Bauch. An manchen Stellen kommt es immer zu einer vollständig destruktiven Interferenz (z. B. wenn ein Wellental der ursprünglichen Welle auf einen Wellenberg der reflektierten Welle trifft). Es wird also nie eine Elongation registriert und es bildet sich ein Knoten aus.	3
3.2	Berechnen: Es gilt $l = n \cdot \frac{\lambda_n}{2}$ und somit $\lambda_1 = 2 \cdot \frac{l}{1} = 2 \cdot \frac{1830\,\text{m}}{1} = 3660\,\text{m}$ $\lambda_2 = 2 \cdot \frac{l}{2} = 2 \cdot \frac{1830\,\text{m}}{2} = 1830\,\text{m}$ $\lambda_3 = 2 \cdot \frac{l}{3} = 2 \cdot \frac{1830\,\text{m}}{3} = 1220\,\text{m}$	4
3.3	Berechnen: $f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{212\,\frac{\text{m}}{\text{s}}}{3660\,\text{m}} = 0{,}058\,\text{Hz}$ $f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{212\,\frac{\text{m}}{\text{s}}}{1830\,\text{m}} = 0{,}116\,\text{Hz}$ $f_3 = \frac{c}{\lambda_3} = \frac{212\,\frac{\text{m}}{\text{s}}}{1220\,\text{m}} = 0{,}174\,\text{Hz}$	4

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	Beurteilen: Die Windböen können die Grundschwingung des Seils nicht anregen, da die Anregungsfrequenz mit 2 Hz deutlich über der Eigenfrequenz des Seils liegt.	2
	Summe	**50**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO bzw. des Abzugs nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt. Der prozentuale sprachliche Anteil nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO wird auf 20 % festgesetzt.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Im Fach Physik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45 % der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75 % der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	1	7	2	**10**
2	6	11	6	**23**
3	8	7	2	**17**
Summe	**15**	**25**	**10**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.